

8. Eräitä perusoperaatioita

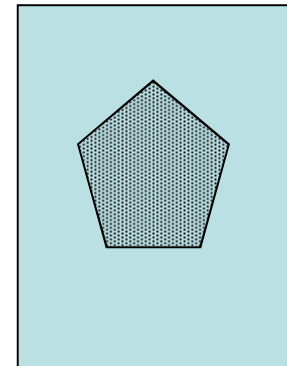
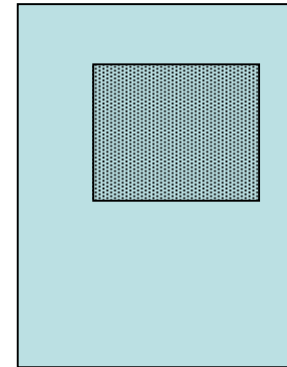
Geometrisia operaatioita

Aritmeettisiä operaatioita

Rotaatio, peilaus

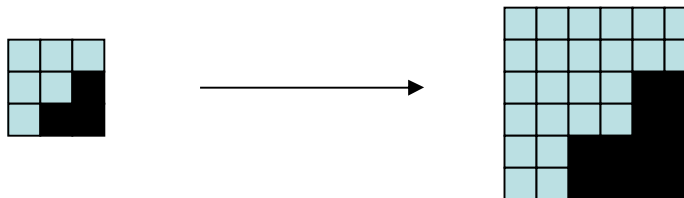
Osittaiskuvan valinta (select)

- Yksinkertainen rajausta: Vaaka-pysty-suuntainen suorakaide
 - Määritellään esim. vasen yläkulma, leveys ja korkeus.
- Yleisempi rajausta: Monikulmio, jonka kärkipisteet valittu.
 - Käsittelyssä tarvitaan *laskennallisen geometrian* välineitä (esim. mitkä pisteet sisällä ja mitkä ulkona); alue ei välttämättä konvekksi; voi olla 'reikiä'.
 - Sijoitusympäristö yleensä suorakaiteen muotoinen (frame; ikkuna)



Kuvakoon suurennus

- Kokonaislukukerroin k helppo toteuttaa:
Kukin pikseli levitetään k^2 -kokoiseksi alueeksi.
Esim. $k=2$



Merkitään alkuperäistä kuvafunktiota

$$f(i, j), \text{ missä } i, j = 0..n-1$$

Suurennetun kuvan funktio:

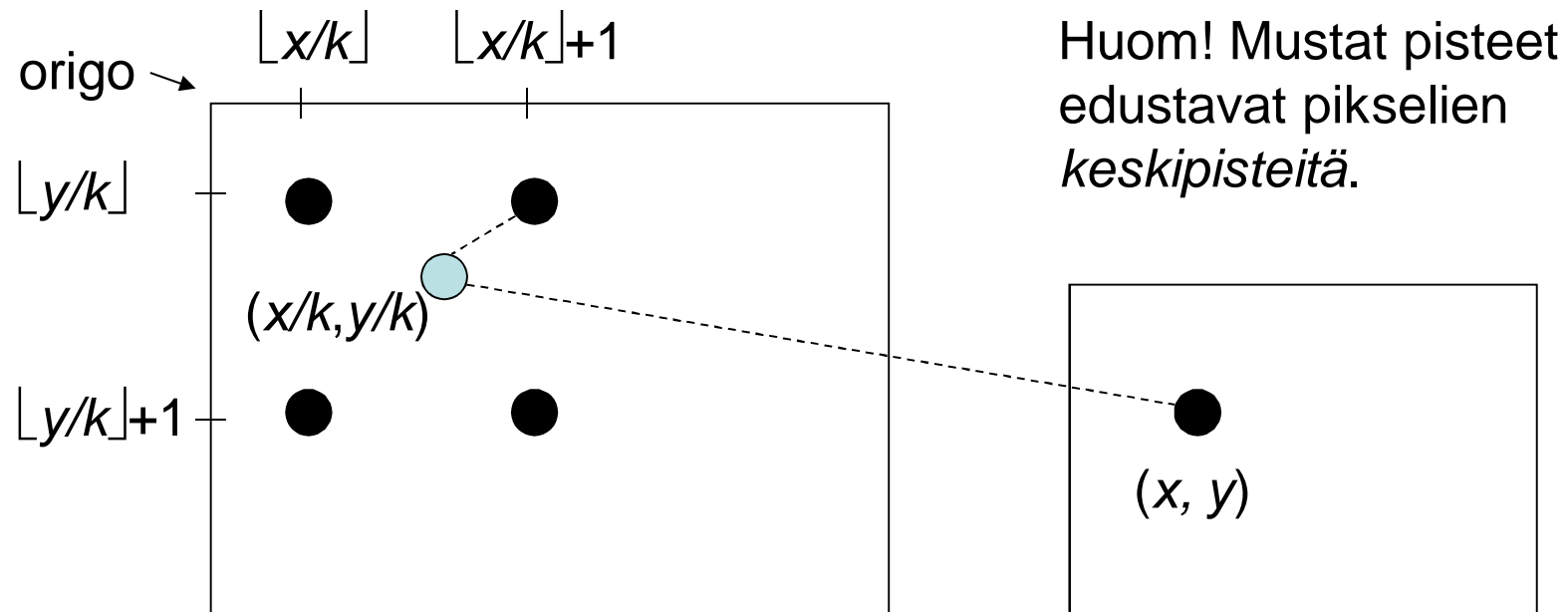
$$f'(x, y), \text{ missä } x, y = 0..kn-1$$

$$\text{Yhteys: } f'(x, y) = f(\lfloor x/k \rfloor, \lfloor y/k \rfloor)$$

- Yleinen k : $f'(x, y) = f(\lfloor x/k+0.5 \rfloor, \lfloor y/k+0.5 \rfloor)$
(ns. *lähin naapuri* –menetelmä; ks. seur. sivu)

Kuvakoon suurennus k -kertaiseksi

- Lähin-naapuri –interpolaatio:



Lähin naapuri -suurennus aiheuttaa lohkomaisuutta



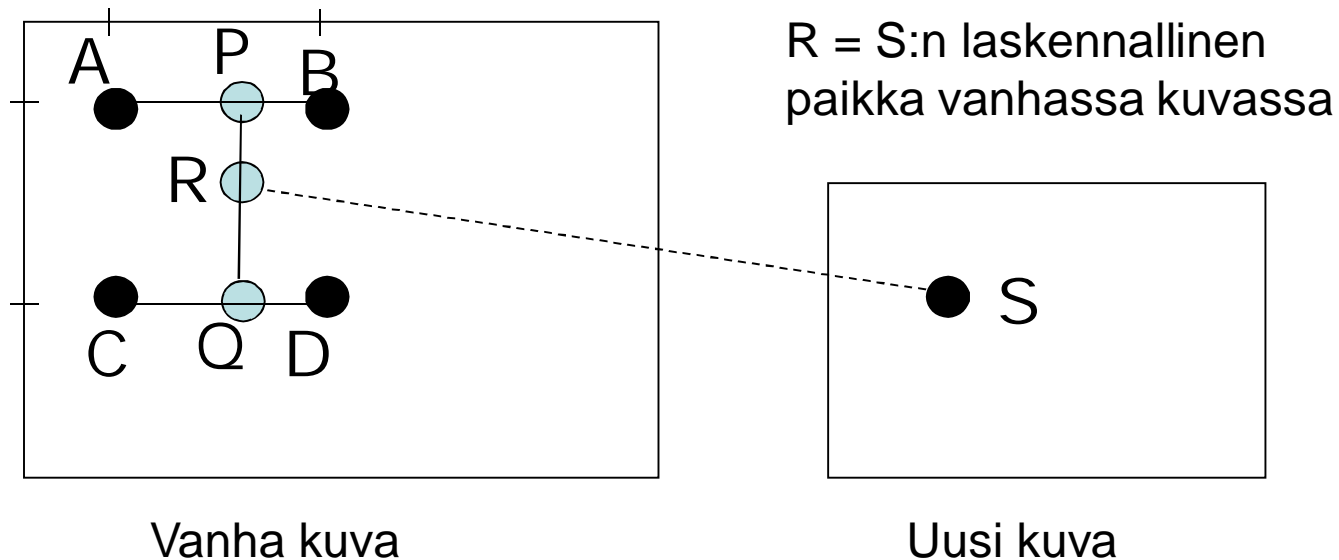
Photo Credit:US Fish and Wildlife Service

DKP-8 J. Teuhola 2015

159

Bilineaarinen interpolaatio: havainnollistus

- 1-ulotteinen interpolaatio ensin toisen, sitten toisen akselin suunnassa:



Suurennus bilineaarisella interpolaatiolla

- Merk. $dx = (x - k \lfloor x/k \rfloor)$, $dy = (y - k \lfloor y/k \rfloor)$

$$f'(x, y) = \frac{(k - dx)(k - dy)}{k^2} f(\lfloor x/k \rfloor, \lfloor y/k \rfloor)$$

$$+ \frac{dx(k - dy)}{k^2} f(\lfloor x/k \rfloor + 1, \lfloor y/k \rfloor)$$

$$+ \frac{(k - dx)dy}{k^2} f(\lfloor x/k \rfloor, \lfloor y/k \rfloor + 1)$$

$$+ \frac{dx \cdot dy}{k^2} f(\lfloor x/k \rfloor + 1, \lfloor y/k \rfloor + 1)$$

Bilineaarinen interpolointi sumentaa



Photo Credit:US Fish and Wildlife Service

DKP-8 J. Teuhola 2015

Bicubic-interpolaatio

- Perustuu 3. asteen pinnan sovitukseen 4×4 – alueeseen
- Periaatteessa ratkaistava 16-termisen polynomin kertoimet
- Useita laskentatapoja (kaavat sivuutetaan)
- Tuottaa yleensä terävämmän lopputuloksen kuin bilineaarinen interpolaatio.
- Saattaa aiheuttaa 'artifakteja' (ns. ringing)
- Oletusasetus Photoshopissa

Pienennys

- Kokonaislukukertoimella k :
Poimitaan joka k 's pikseli joka k :nnelta riviltä:

$$f'(x, y) = f(kx, ky)$$

- Tai laskemalla keskiarvo:

$$f'(x, y) = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} \sum_{j=0}^{k-1} f(kx + i, ky + j)}{k^2}$$

- k ei kokonaisluku: interpolaatiotekniikat toimivat tässäkin (kaikille reaaliarvoille $k > 0$).
- Kuvan visuaalinen laatu ei yleensä huonone, mutta suurennus takaisin ei palauta alkuperäistä

Rotaatio keskipisteen suhteen

- Helppo, jos kulma $k \cdot 90^\circ$
- Esim. 90° vastapäivään (normaalikoordinaatisto):
 $f \rightarrow f': \quad f(x, y) = f'(-y, x)$
 - Leveys \leftrightarrow korkeus
 - Tässä origona kuvan keskipiste!
- Yleisemmin kulma α vastapäivään:
Piste (x, y) kuvautuu pisteeksi
 $x' = r \cos(\alpha + \theta)$, $y' = r \sin(\alpha + \theta)$, missä
 $\theta = \arccos(x/r)$, $r = \sqrt{x^2 + y^2}$
- Uusi korkeus = $\cos(\alpha) \cdot \text{korkeus} + \sin(\alpha) \cdot \text{leveys}$
- Uusi leveys = $\cos(\alpha) \cdot \text{leveys} + \sin(\alpha) \cdot \text{korkeus}$

Rotaatioesimerkki

- 10° myötäpäivään (clockwise)
- Tarvitaan usein skannauksen jälkeen: kuvan suoristus ja suoristuksen jälkeen rajaus.

Photo Credit:
US Fish and Wildlife Service



Peilaus (mirror)

- Peilaus koordinaattiakselien suhteen onnistuu tarvittaessa 'in-place'.
- Esim. y-akselin suhteen:
'Swap': $f(x, y) \leftrightarrow f(w-x-1, y)$, $x = 0..\lfloor w/2 \rfloor$
missä w = kuvan leveys



Kuvien yhteenlasku

- Vastinpisteiden sävyarvojen pikselikohtaiset (painotetut) summat
- Jos kuvat erisuuret, operoidaan päällekkäisillä osilla.
- Summan oltava oikealla välillä (0..255)
- *Alfa-sekoitus (alpha blending)*: Läpikuultavien kuvien yhdistäminen

$$g(x, y) = \alpha \cdot f_1(x, y) + (1-\alpha) \cdot f_2(x, y)$$

Tässä f_1 on 'päällimmäinen' kuva.

Alfa-arvo voi olla joka pikselissä eri.

Kohinan vähentäminen

- Tärkeä yhteenlaskun sovellus
- Lasketaan usean kuvan keskiarvo (pikseleittäin) staattisesta kohteesta
- Jos kuvat sisältävät satunnaista kohinaa (ns. Gaussin kohinaa; normaalijakautunutta), niin kohinataso pienenee $1/\sqrt{n}$:nteen osaan ottamalla n :n kuvan keskiarvo.
- Käytetty mm. tähtitieteessä.

Kuvien vähennyslasku

- Pikselikohtaiset sävyjen erotukset
- Otetaan erotusten itseisarvot, jotta pikseliarvot oikealla välillä, esim. 0..255
- Tärkein sovellus: muutosten havaitseminen staattisessa ympäristössä.
- Kohina aiheuttaa pieniä satunnaisia eroja; käytetään kynnyisarvoa ε .
Jos $|\text{erotus}| < \varepsilon$, se tulkitaan nolllaksi.

Esimerkki erotuskuvasta

- Kahden peräkkäisen videokuvan välinen erotus



Muita operaatioita

- Kertolasku: kuvien *modulaatio* (→ sign.käs.)
- Jakolasku:
 - Käyttö erikoissovelluksissa, esim. satelliittikuvaus multispectral-laitteistolla; eri taajuuskaistakuvien osamäärä tuottaa kuvan, jossa pintamateriaalien kontrastierot tulevat selvemmiksi.
 - Liukulukuaritmetiikka, mahd. skaalaus välille 0..255
- Boolean operaatiot (AND/OR):
 - Käyttö kuvamaskien yhteydessä; maskit usein binäärisiä (0/1), jolloin maskien unioni saadaan OR-operaatiolla, ja leikkaus AND-operaatiolla.